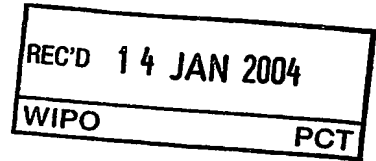


29.12.03

证 明



本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2002 12 30

申 请 号： 02 1 60461.4

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： T D D / C D M A 系统中下行链路的训练序列检测方法
及装置

申 请 人： 皇家飞利浦电子股份有限公司

发明人或设计人： 王东； 徐绿洲

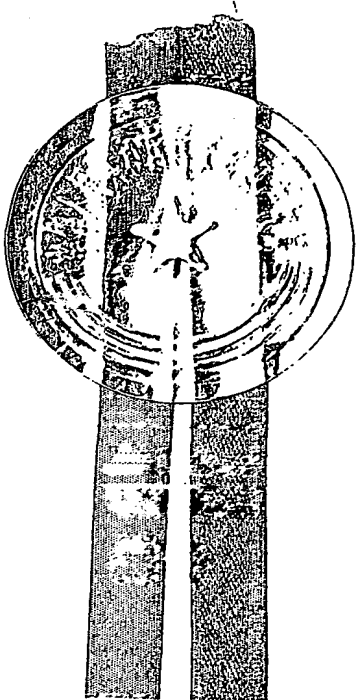
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王景川

2003 年 11 月 3 日

BEST AVAILABLE COPY



权利要求书

- 1、一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，所述方法用于移动终端，包括以下步骤：
 - a、对本移动终端的训练序列进行匹配滤波操作，获得多个峰值位置；
 - b、根据所获得的多个峰值对应的位置，检测针对其他移动终端的训练序列的强度；
 - c、根据所检测的训练序列的强度，判断所述针对其他移动终端的训练序列是否激活。
- 2、如权利要求 1 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，通过步骤 a 中的匹配滤波操作还获得一个用于检测训练序列强度的门限值。
- 3、如权利要求 2 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，所述门限值是噪声功率估算的设定倍数。
- 4、如权利要求 3 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，获得所述噪声功率的步骤为：计算步骤 a 中匹配滤波处理得到的除所述多个峰值以外的峰值功率，再求这些功率的平均值。
- 5、如权利要求 1 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，步骤 a 中所述多个峰值中每个峰值的振幅分别为其中最大峰值的 N 倍以上， N 为 0~1 之间的参数。
- 6、如权利要求 5 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中， N 对于特定的系统可优化选择，一般约在 0.5 倍。
- 7、如权利要求 6 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，还可用噪声功率对所述多个峰值进行校验以去除假峰。
- 8、如权利要求 7 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，用噪声功率对选出的多个峰值进行校验以去除假峰的方法为：如果所述峰值的振幅大于噪声功率的所设定之倍数，则为真峰值；如果所述峰值的振幅小于噪声功率的所设定之倍数，则为假峰值。
- 9、如权利要求 2 所述的一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，其中，步骤 c 中判断的方法为：将步骤 b 中得到的最大峰值与步骤 a 中得到的训练序列强度的门限值比较，判断所述针对其他移动终端的训练序列是否激活；如果所述最大峰值大于所述训练序列强度门限值，则该训练序列是激活的。
- 10、一种移动终端，包括使用如权利要求 1 所述的训练序列检测方法的接收器，所述接收器包括信道估算装置、针对其他移动终端的训练序列检测装置、信道码检测装置以及多用

户检测装置；

所述信道估算装置通过在所有可能位置上对本移动终端的训练序列进行匹配滤波操作，获得多个峰值位置；

所述针对其他移动终端的训练序列检测装置在得到的多个峰值位置检测其它训练序列的强度，并根据训练序列的强度判断其他训练序列是否激活；

所述信道码检测装置基于检测到的激活训练序列以及训练序列与信道码的对应关系检测到激活的信道码，并将激活的信道码送给多用户检测装置；

所述多用户检测装置根据激活的信道码和估计的信道响应脉冲恢复通信脉冲。

11、如权利要求 10 所述的一种移动终端，其中，所述信道度估算装置进行匹配滤波操作还获得一个用于检测训练序列强度的门限值。

12、如权利要求 11 所述的一种移动终端，其中，所述门限值是噪声功率估算的设定倍数。

13、如权利要求 12 所述的一种移动终端，其中，所述噪声功率是计算步骤 a 中匹配滤波处理得到的峰值除所述多个峰值以外的功率，再求功率的平均值。

14、如权利要求 10 所述的一种移动终端，其中，所述多个峰值的振幅为匹配滤波器输出的峰值中最大峰值振幅的 N 倍以上，N 为 0~1 之间的参数。

15、如权利要求 14 所述的一种移动终端，其中，N 对于特定的系统可优化选择，一般在 0.5 倍。

16、如权利要求 15 所述的一种移动终端，其中，还可用噪声功率对所述多个峰值进行校验以去除假峰。

17、如权利要求 16 所述的一种移动终端，其中，用噪声功率对选出的多个峰值进行校验以去除假峰的方法为：如果所述峰值的振幅大于噪声功率的所设定之倍数，则为真峰值；如果所述峰值的振幅小于噪声功率的所设定之倍数，则为假峰值。

18、如权利要求 17 所述的一种移动终端，其中，所述其他训练序列检测装置判断的方法为：将得到的最大峰值与得到的训练序列门限值比较，判断其他训练序列是否激活；如果最大峰值大于训练序列门限值，则该训练序列是激活的。

说明书

TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法及其装置

技术领域

本发明涉及时分复用/码分多址 (TDD/CDMA) 系统, 尤其涉及 TDD/CDMA 系统下行链路的训练序列 (例如, Midamble) 检测方法及其装置。

背景技术

在 TDD/CDMA 通信系统中, 多路信号在相同的频率上发送, 并采用不同的信道码或时隙进行区分。在这样的系统中, 数据通过通信脉冲传送。通常一个通信脉冲串包括数据码段, 一个训练序列, 以及一个保护期。每个通信脉冲具有一个专用的信道码和训练序列代码。用户设备(UE)通过使用训练序列以估计接收者和发射者之间的信道响应。例如, 图 1 显示了 TD-SCDMA 时隙的结构。

由于在该系统中, 属于不同用户的多路通信脉冲串可能共用一个时隙从基站端发射出去。由此引发多址接入干扰 (MAI), 甚至导致无法接收衰落后的本用户信号。为了解决这个问题, 已提出了多用户检测 (MUD) 算法。在 MUD 中, 一个时隙内的所有通信脉冲被同时恢复。为了恢复所有的脉冲数据, MUD 接收者需要知道所有的发射脉冲串的信道码及信道响应。但是一般来说, 每个用户设备(UE)只知道它自己的信道码和训练序列。所以 MUD 不能在 UE 中直接使用。

在一些 TDD/CDMA 系统中, 例如, 在同步的时分码分多址(TD-SCDMA)和宽带码分多址/时分复用 (WCDMA/TDD) 默认训练序列分配代码方法中, 每个训练序列与一组信道码相关。因此, 首先 UE 能够检测检测激活的 (发射的) 训练序列; 然后根据训练序列和信道码之间的对应关系, 得到激活的信道码。这样, MUD 可以被用于 UE 中。。美国专利号为 US 2001/00 24426 A1, 专利名称为《下行链路中支持多用户检测的方法》中描述了简化的基站发射装置和带 MUD 的 UE 接收装置。每个发生器产生一个用户的通信数据。在随后的扩频和调制模块中, 上述的通信数据被对应的信道码扩频, 并插入相应的训练序列; 从而得到图 1 所示的通信脉冲。不同用户的通信脉冲在随后的合并器中合并, 然后载波调制, 最后通过天线发送。在用户设备接收器中, 信道估计装置利用训练序列来估计信道脉冲响应和每个训练序列的振幅。基于信道估计输出, 训练序列检测装置可以检

测判断哪个训练序列是激活的。然后，基于检测到的训练序列以及训练序列与信道码的对应关系，激活的信道码最终能够被检测到。多用户检测（MUD）装置则用检测到的信道码和估计的信道响应参数估计来恢复通信脉冲。

值得注意的是，每个通信脉冲串振幅的估计结果可以用于判决给出的训练序列是否是激活的。实际上，训练序列检测是信道估计的一部分，利用训练序列振幅的估计结果可以判断训练序列是否是激活的。如果训练序列的振幅足够小，我们能够推断出这个训练序列不存在（或者说：不被发射）。

一般来说，具有训练序列检测的信道估计方法有两种：时域技术和频域技术。下面介绍时域训练序列检测技术。传统的方法是匹配滤波方法，类似于那些用于检测信道码的方法。图 3 所示为本方法的流程。

在匹配滤波方法中，过抽样的信号被送到训练序列匹配滤波组。匹配滤波对本用户的训练序列进行匹配滤波操作，其输出被送到激活训练序列检测器。激活训练序列检测器将输出功率的峰值与预定义的阈值作比较，并判断训练序列是否是激活的。如果峰值超过阈值，那么认为训练序列是激活的，并且激活用户标记被设置为 1。在 MUD 中，利用上面检测到的所有的激活用户标记以及信道码和训练序列之间的对应关系可以得到所有的激活信道码。然后通过控制开关 K，匹配滤波的输出被送到最大合并比（MRC）单元。MRC 单元利用所有的激活训练序列通过相同的无线信道被发射的事实；因此它可以利用所有的激活训练序列的匹配滤波输出估计无线信道参数，如多径参数。这是采用了最大合并比(MRC)准则，该准则在国际公布号为 WO 02/09375 A1 的专利《UMTS 系统中下行链路信道的估算方法》中有详细描述。MRC 能够改进信道估计的精度，尤其在本训练序列的强度较弱而其它激活训练序列的强度较强的情况下。如果我们仅仅使用本训练序列的信道估计，精度就会由于较差的信噪比（SNR）而变差。但是如果我们能够合并另外的激活训练序列的信道估计，由于另外的激活训练序列具有较强的能量，它的信道估计具有较高的精度，所以 MRC 输出会具有较高的精度。最后，MRC 将估计的训练序列的强度和信道响应的参数送给 MUD，进行用户数据的恢复。

匹配滤波库的操作很复杂。其它单元的复杂性取决于特殊运算。

但是这个方法还有一些问题。第一是高复杂度，这意味着大的功耗。这对 UE 尤其严重。另一个问题是很难选择一个最佳的固定阈值；因为它取决于接收到的信号功率，噪声功率和信道衰落特性。很难在所有可能的 SNR 的范围内保证其性能。

发明内容

本发明的目的在于提出一种新的基于传统匹配滤波方法的训练序列检测方法。它设置了一个基于噪声功率估计的训练序列门限值。注意到所有的激活通信脉冲通过相同的无线信道传送；信道参数是相同的。根据该特点，它还简化了基于 UE 接收器的匹配滤波峰值搜索方法。因此，可以保证性能，同时保持对用户设备（UE）来说比较合理的复杂度。

本发明的另一目的是提供了用上述新的检测方法进行训练序列检测的移动终端。

本发明是通过下面的方法实现的：

一种 TDD/CDMA 系统中下行链路的训练序列检测方法，该方法包括以下步骤：

- a、针对本移动终端的训练序列进行匹配滤波操作，获得多个峰值位置；
- b、根据所获得的多个峰值对应的位置，检测所述针对其他移动终端的训练序列的强度；
- c、根据所检测的训练序列的强度，判断所述针对其他移动终端的训练序列否激活。

其中，通过步骤 a 中的匹配滤波操作还获得一个用于检测训练序列强度的门限值。该门限值是噪声功率估算的设定倍数。获得该噪声功率的步骤为：计算步骤 a 中匹配滤波处理得到的峰值除该多个峰值以外的功率，再求这些功率的平均值。

其中，步骤 a 中该多个峰值中的振幅分别为其中最大峰值的 N 倍以上， N 为 0~1 之间的参数。 N 对于特定的系统可优化选择，一般约在 0.5 倍。还可利用噪声功率对该多个峰值进行校验以去除假峰。用噪声功率对选出的多个峰值进行校验以去除假峰的方法为：如果该峰值的振幅大于噪声功率的所设定之倍数，则为真峰值；如果该峰值的振幅小于噪声功率的所设定之倍数，则为假峰值。

步骤 c 中判断的方法为：将步骤 b 中得到的最大峰值与步骤 a 中得到的训练序列强度的门限值比较，判断其他训练序列是否激活；如果该最大峰值大于该训练序列强度门限值，则该训练序列是激活的。

本发明不需要任何其它特殊的硬件，只是需要传统的匹配滤波。与传统方法相比较，操作复杂性大大降低。由于它用基于即时噪声功率估计的自适应阈值，仿真结果也显示它与传统的匹配滤波方法相比具有更好的性能。

附图简要说明

图 1 是 TD-SCDMA 时隙的结构图；

图 2 是传统匹配滤波方法;

图 3 是根据本用户的训练序列滤波匹配输出获得训练序列门限值的方法;

图 4 是 TD-SCDMA 系统基本训练序列循环自相关性;

图 5 是根据本发明的训练序列检测方法流程图;

图 6 是根据本发明的训练序列检测方法的用户设备接收器。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步的详细描述。

如图 5 所示为 TD-SCDMA 系统的解决方案。

首先,对本用户的训练序列进行匹配滤波操作(步骤 501)。再用滤波器(如 5 抽头 FIR 滤波器)对匹配滤波输出进行平滑处理,(步骤 502)。然后,在 FIR 滤波器的输出信号中,找出至多四个峰值(步骤 503)。为了保证每个峰值具有足够的振幅,我们只选择大于最大峰值振幅 0.5 倍以上的峰值。该倍数是根据本实施例的系统 TD-SCDMA 下行系统而确定的参数,该参数在现实中可以根据实际系统的需求进行优化。

基于本用户的训练序列的匹配滤波输出,可以估计噪声功率(步骤 504),从而设置一个训练序列强度的门限值。

设置一个训练序列强度的门限值的原因是这样的:如果使用一个固定的阈值,由于输入信号的振幅和信噪比(SNR)在较大的范围内变化,因此不能保证性能。如果阈值太高,那么有些激活训练序列可能检测不出来,这被称为漏检错误。如果阈值太低,由于噪声引起的假峰值,一些非激活的训练序列将被认为是激活的,这被称为“虚警”错误。所以使用固定的阈值很难保证性能。为了解决这个问题,我们使用一个自适应的训练序列强度门限值来使包括漏检错误和虚警错误在内的误检测率最小。

该自适应的训练序列强度门限值是基于即时噪声估计的自适应的阈值,其设置为 M 倍的即时噪声功率估计。 M 是个恒定的参数。这个阈值能够保证虚警错误的概率基本恒定的。

图 3 所示为根据本用户的训练序列滤波匹配输出获得训练序列门限值的方法。噪声功率通过对本移动终端的训练序列匹配滤波输出的除多个最大峰值的以外的峰值功率进行平均而得到。

其原因解释如下:

UE 中接收到的信号可如下表示:

$$r = x_1 * hs_0 + x_2 * hs_1 + \dots + x_p * hs_{p-1}$$

其中, x_i 代表用户 i 的训练序列; 根据 WCDMA/TDD 及 TD-SCDMA 标准规定的训练序列特性, x_i 也即 x_1 的循环移位矢量;

n_0 是加性高斯白噪声;

$$hs_i = A_i * h_i \quad i=0,1,\dots,w-1$$

$$hs_i = A_2 * h_{i-w} \quad i=w,w+1,\dots,2w-1$$

$$hs_i = A_3 * h_{i-2w} \quad i=2w,2w+1,\dots,3w-1 \quad \dots$$

A_i 是用户 i 训练序列的信号发射强度, h_i ($i=0,1,\dots,w-1$) 是无线信道响应矢量。

不妨设 x_1 是本用户的训练序列; 则此本用户的训练序列匹配滤波输出为:

$$MF_1(i) = \Re(0-i) * hs_0 + \Re(1-i) * hs_1 + \dots + \Re(P-1-i) * hs_p + n_0$$

$\Re(i), i=0..w-1$ 是 x_1 的循环自相关输出; 而且有 $\Re(i) = \Re(i+P)$

$$\Re(i) = x_1^H * x_{i+1}$$

如果 hs_0 足够高, 意味着在这个位置有一个传播路径, 匹配滤波的输出 $MF_1(i)$ 包括两部分: $\Re(0) * hs_0$ 和 包括 MAI、多径干扰及高斯白噪声的噪底。 $\Re(0) * hs_0$ 将使匹配滤波输出信号在相应位置出现一个相关峰。

如果 hs_0 非常低则意味着在这个位置没有传播路径, 匹配滤波的输出 $MF_1(i)$ 仅仅是包括 MAI、多径干扰及高斯白噪声的噪底。

如果我们忽略 MAI 和多径干扰, 除峰值位置之外的所有位置的匹配滤波输出仅仅是高斯白噪声。因此噪声功率估计可被看作是高斯白噪声的方差估计 σ 。因为每个通信脉冲的传播信道是相同的。所以, 用于检测训练序列强度的门限值可被用于图 3 中的每个激活的训练序列检测器。

因为门限值是 $M\sigma$, 因此假警报概率是 $P(abs(n) > M\sigma)$, n 是合成高斯白噪声。 $abs(n)$ 符合瑞利分布。当 M 被确定, 虚警概率也被确定并且不随输入信号的 SNR 而改变。因此, 我们可以通过选择 M , 来决定虚警概率。

同时, 如果 M 不是很大, 可以忽略漏检错误的概率。因为在 TDD/CDMA 系统, 训练序列具有很好的循环自相关特性, 并且训练序列的长度足够大。例如, 在 TD-SCDMA, 基本的训练序列是 128 码片长并具有很好的循环自相关特性。如图 4 所示为基本的训练序

列的循环自相关特性。如我们所看到的，峰值 $R(0)$ 是 128 而最大的旁瓣 $R(i)$ 只有 8。相关性增益是 $20 \cdot \log 128$ ，大约 42db。因此在一般的例子中，噪声层不太可能超出相关峰值 $R(0) \cdot h_s$ 。因此，相关峰值可以检测到。如果域值参数 M 设置合理，所有的其它激活训练序列也能够被检测出来。这意味着当 SNR 非常低时，漏检错误可以被忽略。

因此得出结论，设置一个训练序列门限值，其等于噪声功率的 M 倍，可以保证训练序列检测器的性能。本实施例中，训练序列强度的门限值是噪声功率的 2.5 倍，即 $M=2.5$ 。

得到了多个峰值位置和训练序列强度的门限值以后，为了排除可能出现的假峰，我们用噪声功率校验选到的峰值（步骤 505），这样可以提高峰值位置估计和噪声功率估计的精度。我们在这样的基础上作校验：真峰值应大于 2.5 倍 NP，以保证 h_i 足够大。这意味着我们只关心最强的路径位置，忽略较弱的路径位置。然后用新的峰值修正噪声功率估计（步骤 506）。如果没有出现假峰值，则不必更新噪声功率估计。

接下来的一步是在上述步骤中得到的峰值位置对其它训练序列进行匹配滤波操作（步骤 507）。在本实施例中，对每个训练序列在前面找到的 4 个峰值位置计算匹配滤波输出，并得到四个峰值（步骤 508）。

这一步简化了匹配滤波操作的复杂度。因为在 TDD/DS-CDMA 下行链路中，所有的通信脉冲是在相同的无线信道发射的，峰值位置（即传播路径）及每个激活训练序列匹配滤波的输出都应该相同的。换句话说，如果训练序列是激活的，匹配滤波输出的峰值也应该出现在本训练序列匹配滤波输出的峰值位置上。我们仅仅需要计算在本训练序列的峰值位置的每一个其它训练序列的匹配滤波的输出并从这些输出值中选择最大峰值。然后我们把这个最大峰值和门限值作比较。如果最大的峰值超过门限值，这个训练序列被认为是存在的（例如相应的干扰用户是激活的）。这意味着我们不需要在所有的位置对其它的训练序列计算匹配滤波输出。我们仅仅需要计算在本用户的峰值位置的匹配滤波的输出并且用从匹配滤波计算中得到的最大结果峰值来决定不同的用户是否是激活的。例如在图 3 中，对其它的训练序列，匹配滤波操作仅在 a, b, c, d 位置被执行。因此匹配滤波操作的复杂度被大大的降低了。

最后，我们将得到的四个峰值中的最大峰值与门限值进行比较，以判断相应的训练序列是否是激活的（步骤 509）。如果该最大峰值大于门限值，则该训练序列是激活的，否则该训练序列是非激活的。

本实施例中，具体判断的规则是这样的：

如果满足 $(\text{other_peak} / \text{Peak}(1) > 0.9)$ 并且 $(\text{others_peak} / \text{NP}) > 2.5$, 那么可能的训练序列被认为是激活的;

上述条件不满足的话, 如果满足 $(\text{other_peak} / \text{Peak}(1) > 0.5)$ 并且 $(\text{others_peak} / \text{NP}) > 3.3$; 那么可能的训练序列被认为是激活的;

如果上述两个条件都不满足的话, 可能的训练序列被认为是非激活的。

其中, other_peak 指在峰值位置的可能训练序列匹配滤波的峰值; $\text{Peak}(1)$ 指本的训练序列的最大峰值, NP 为噪声功率。

$(\text{others_peak} / \text{NP}) > 2.5$ 和 $(\text{others_peak} / \text{NP}) > 3.3$ 可以保证检测到的路径或峰值具有足够的 SNR。 $(\text{other_peak} / \text{Peak}(1) > 0.9)$ 和 $(\text{other_peak} / \text{Peak}(1) > 0.5)$ 可以保证训练序列的强度足够大以使我们能得出训练序列是激活的结论。

如图 6 所示为根据本发明的训练序列检测方法的用户设备接收器 60。该接收器 60 包括信道估算装置 61、其他训练序列检测装置 62、信道码检测装置 63 和多用户检测装置 64。

该信道估算装置 61 通过在所有可能位置上对本用户的训练序列进行匹配滤波操作, 获得多个峰值位置。

该信道估算装置 61 进行匹配滤波操作还获得一个训练序列强度的门限值。该训练序列强度的门限值是噪声功率估算的设定倍数。该噪声功率是通过对该多个峰值位置以外的本用户的训练序列匹配滤波输出的测量功率进行平均而得到。该多个峰值的振幅为匹配滤波输出的峰值中最大峰值振幅的 N 倍以上, N 为 $0 \sim 1$ 之间的参数。 N 对于特定的系统可优化选择, 一般约在 0.5 倍。

还可用噪声功率对该多个峰值进行校验以去除假峰。用噪声功率对选出的多个峰值进行校验以去除假峰的方法为: 如果该峰值的振幅大于噪声功率的所设定之倍数, 则为真峰值; 如果该峰值的振幅小于噪声功率的所设定之倍数, 则为假峰值。

该其他训练序列检测装置 62 在得到的多个峰值位置检测其它训练序列的强度, 并根据训练序列的强度判断其他训练序列是否激活。该其他训练序列检测装置 62 判断的方法为: 将得到的最大峰值与得到的门限值比较, 判断其他训练序列是否激活; 如果最大峰值大于门限值, 则该训练序列是激活的。

然后, 信道码检测装置 63 基于检测到的激活训练序列以及训练序列与信道码的对应关系, 最终能够检测到激活的信道码, 并将激活的信道码送给多用户检测装置 64。多用户检测装置 64 根据激活的信道码和估计的信道响应脉冲恢复通信脉冲。

说明书附图

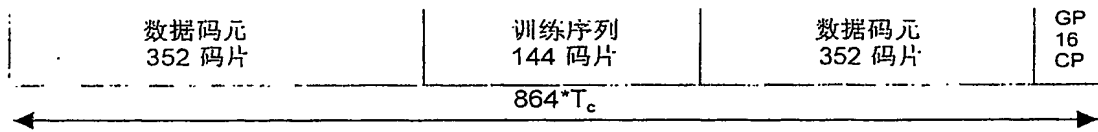


图 1

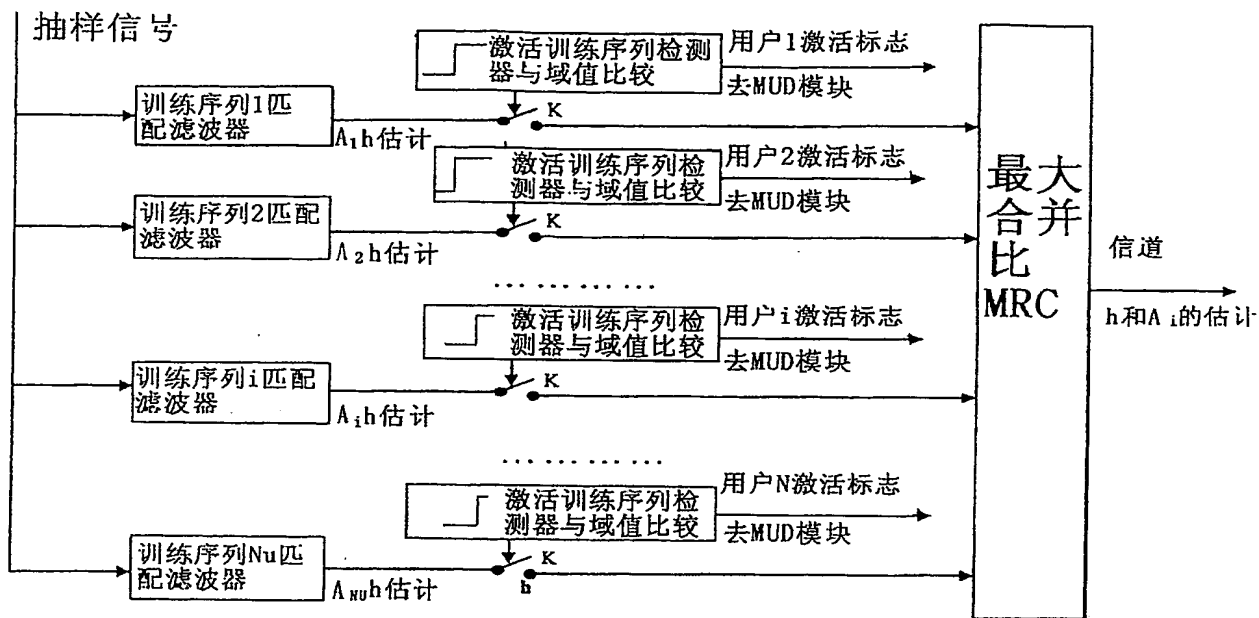


图 2

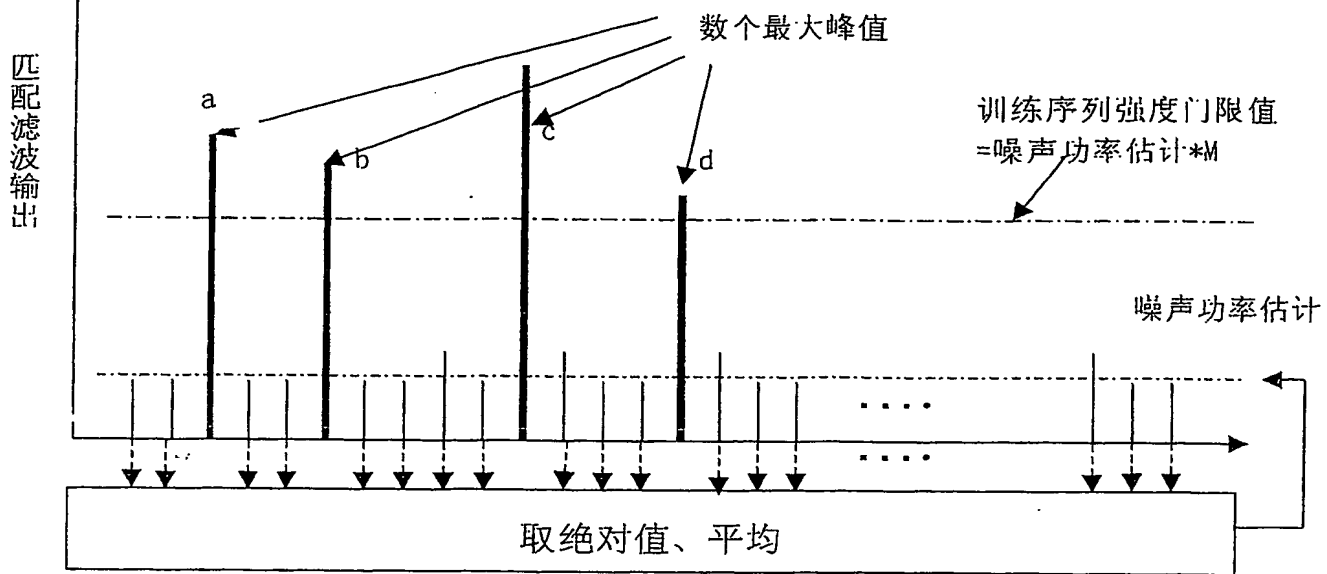


图 3

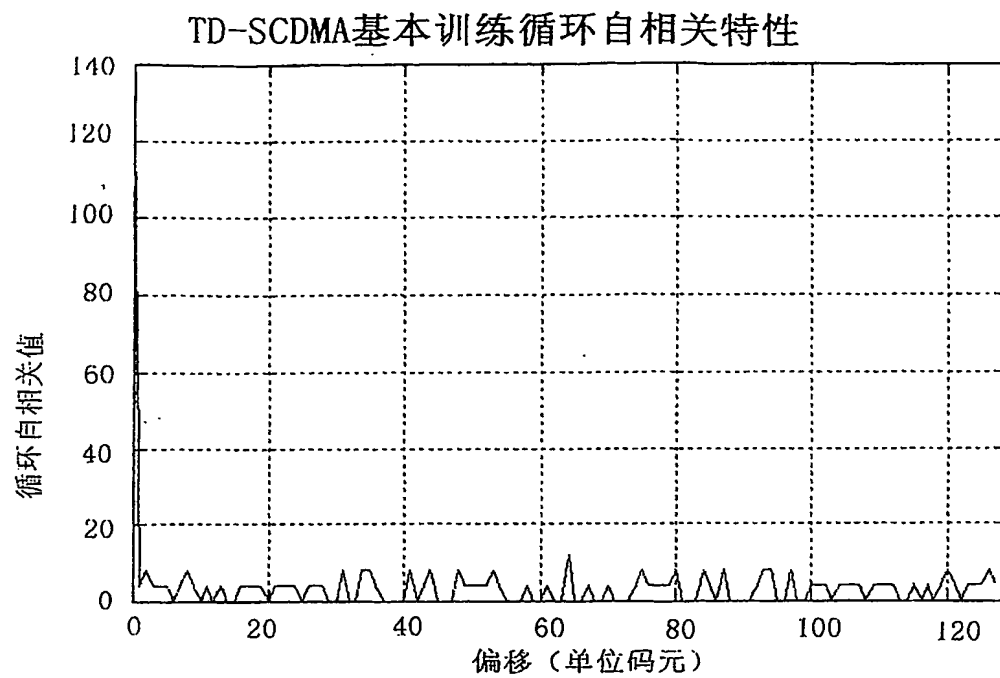


图 4

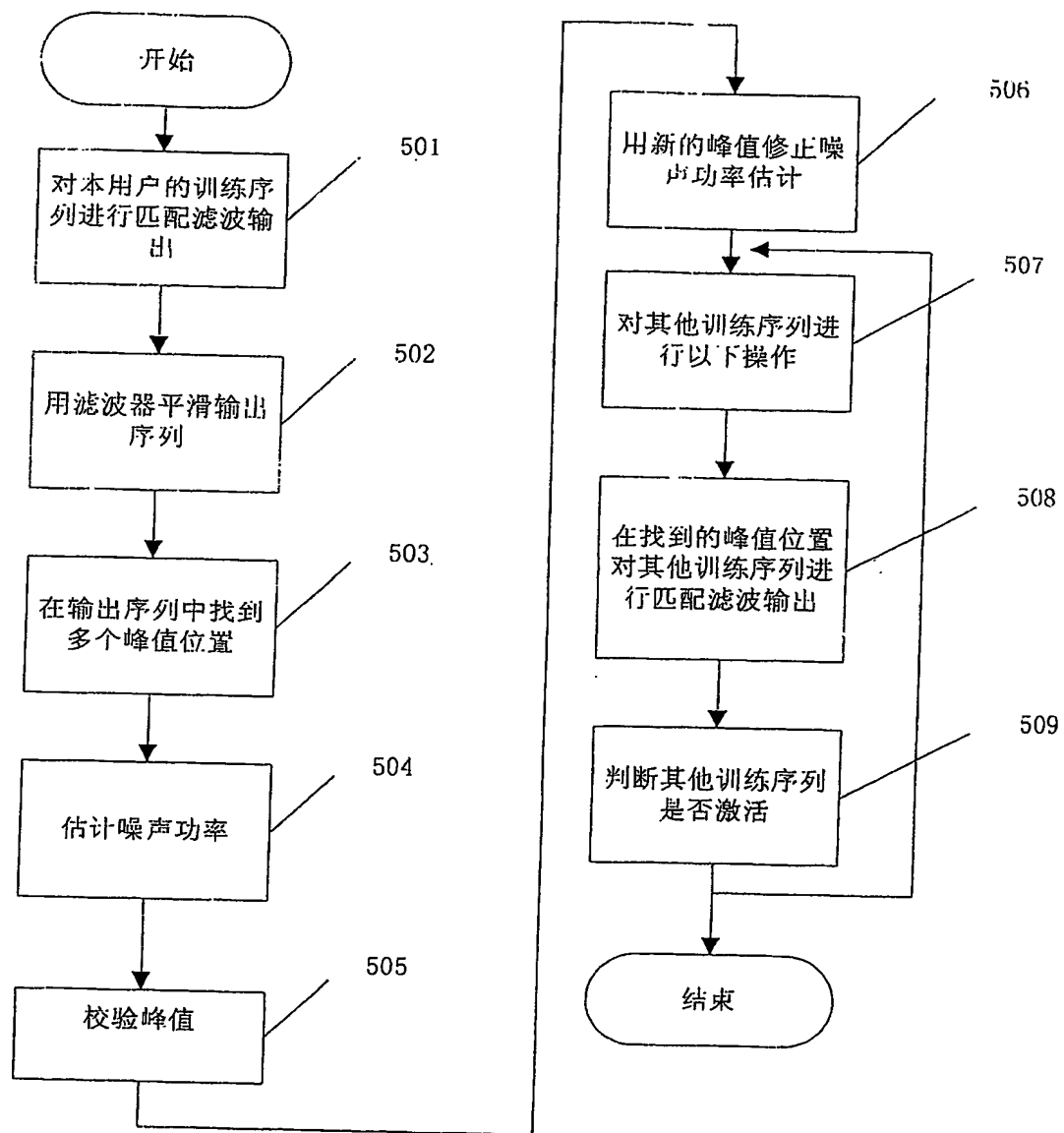


图 5

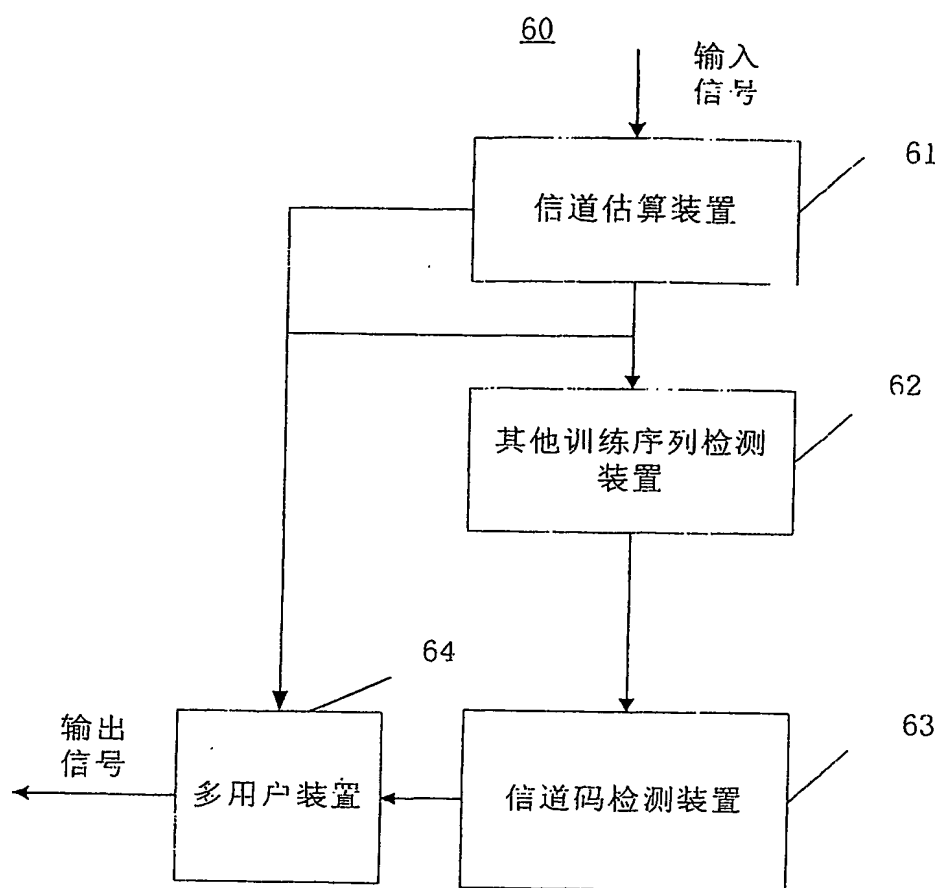


图 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.